

**FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GmbH**  
**Zentralinstitut für Angewandte Mathematik**  
**D-52425 Jülich, Tel. (02461) 61-6402**

Interner Bericht

**Eine Untersuchung zur Sicherung  
von PC-Betriebssystemen**

*R. Grallert, J. Meißburger*

FZJ-ZAM-IB-2001-02

April 2001

(letzte Änderung: 19.04.2001)



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>VERFAHREN ZUR SYSTEMSICHERUNG .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>SOFTWARE-BASIERTE SICHERUNG VON SYSTEMPARTITIONEN .....</b>	<b>9</b>
3.1	WINDOWS 95/98-SICHERUNG MIT MS-BACKUP UND NOT-WINDOWS .....	9
3.1.1	<i>Vollsicherung auf zweiter Festplatte .....</i>	<i>9</i>
3.1.2	<i>Sicherung auf gleicher Festplatte .....</i>	<i>11</i>
3.2	IBM-ADSM STAND-ALONE-BACKUP .....	11
3.3	SYMANTEC NORTON GHOST 2001 .....	13
3.4	HDCOPY DER HDTRONIC EDV-SERVICE GMBH .....	15
3.5	DRIVEIMAGEPRO MIT PARTITIONMAGIC VON POWERQUEST .....	16
3.5.1	<i>Installation der Software und Erstellen der Boot-Disketten .....</i>	<i>17</i>
3.5.2	<i>Manuelles Erstellen einer netzwerkfähigen Boot-Diskette .....</i>	<i>19</i>
3.5.3	<i>Erstellung der Netzwerkdiskette mit Hilfsprogramm .....</i>	<i>21</i>
3.5.4	<i>Erfahrungen mit DriveImagePro .....</i>	<i>22</i>
<b>4</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>25</b>



## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Vollsicherung auf zwei Festplatten mit Not-Betriebssystem .....	10
Abbildung 2: Anordnung der Laufwerke bei gestartetem Not-Windows.....	10
Abbildung 3: Die Funktionen von "Norton Ghost 2001" .....	13
Abbildung 4: Die Optionen bei der Erstellung der Boot-Disketten .....	13
Abbildung 5: Die möglichen Backup- und Restore-Kombinationen .....	14
Abbildung 6: Unterstützung von Netzwerkkarten.....	14
Abbildung 7: Die HDCOPY-Programmgruppe .....	15
Abbildung 8: Das Hilfsprogramm zum Erstellen der Boot-Diskette .....	16
Abbildung 9: Optionen für die Erstellung der Boot-Disketten.....	17
Abbildung 10: Die Programmgruppe DriveImagePro 4.....	18
Abbildung 11: Erstellen der Bootdiskette mit einem Hilfsprogramm .....	22
Abbildung 12: Basis-Datenträger in Windows 2000.....	24

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Inhalt einer netzwerkfähigen Boot-Diskette.....	19
Tabelle 2: Die Datei SYSTEM.INI.....	20
Tabelle 3: Die Datei PROTOCOL.INI .....	20
Tabelle 4: Die Dateien CONFIG.SYS und AUTOEXEC.BAT.....	21
Tabelle 5: Der Startvorgang mit Netzwerkdiskette .....	22
Tabelle 6: Einige typische Leistungsdaten bei lokaler Sicherung.....	24
Tabelle 7: Übertragungsraten bei Sicherung auf ein Netzlaufwerk.....	24
Tabelle 8: Laufzeitvergleich für lokales Backup .....	25



# 1 Einleitung

Für den Einsatz sogenannter „Disk-Imaging“-Software, mit deren Hilfe bitgenaue Kopien von System- oder Datenpartitionen von Festplatten erstellt werden können, gibt es zwei wesentliche Gründe:

Der erste ist das Neueinrichten, das Verwalten oder das Erweitern einzelner oder vieler gleichartiger PC-Systeme, wobei im allgemeinen Festplatten (re)partitioniert und Kopien bestehender Betriebssystempartitionen auf die neuen Festplatten kopiert werden müssen.

Der zweite Grund, der auch Motivation und Thema der vorliegende Untersuchung ist, ist die Sicherung und Restauration aktiver Systempartitionen für den Fall eines durch Hard- oder Softwarefehler bedingten Integritätsverlustes.

Wer mit seinem PC häufig in Internet "surft" (vor allem, wenn er dies ohne Firewall und Antiviren-Software tut), E-Mails empfängt und liest oder auch häufig Fremdsoftware auf seinem System installiert und testet, muss mit der Gefahr rechnen, dass Inkonsistenzen und Fehler eingebracht werden, die im schlimmsten Falle zum gefürchteten "blue screen", also zum Verlust der Bootfähigkeit des gesamten Systems führen. Besonders ältere Windows-Programme, die nicht die Windows-eigenen Installationsstandards benutzen - dazu zählen vor allem die meisten der im Umlauf befindlichen Spiele ! - ersetzen häufig ohne Nachfrage oder Sicherung wichtige Systemkomponenten und führen damit zu Problemen bei anderen Programmen oder zu instabilem Systemverhalten. Hinzu kommen Integritätsprobleme, die durch eingeschleuste Viren verursacht werden, oder Sicherheitsprobleme durch unbemerkt beim Besuch einer Webseite oder durch Lesen (die „Vorschau“ genügt!) einer E-Mail installierte Trojaner und Backdoors. Insbesondere bei ständig mit dem Internet verbundenen Maschinen lauern weitere Gefahren durch „Hacker“, deren Aktivitäten oft zu spät oder gar nicht bemerkt werden. Häufig erkennt man die Auswirkung solcher Störungen erst Tage später, wenn plötzlich beim Ausführen von Programmen unerklärliche Effekte auftreten oder gar das System „stehen bleibt“. All diese Probleme sind keinesfalls spezifisch für Microsoft Windows, sondern können jedes Betriebssystem, besonders auch alle Unix-Derivate wie etwa Linux betreffen<sup>[1]</sup>.

Ist ein solcher Schadensfall eingetreten, bieten sich zwei Vorgehensweisen an:

Die erste, von vielen PC-Anwendern praktizierte Lösung besteht darin, das gesamte Betriebssystem samt Anwendungen neu zu installieren und zu konfigurieren. Auch bei bescheiden ausgestatteter Funktionalität kann dies inklusive aller benutzerspezifischen Einstellungen mehrere Stunden bis Tage in Anspruch nehmen, da unzählige Menüs durchlaufen, Optionen ausgewählt und persönliche Einstellungen von Hand wiederhergestellt werden müssen. Der Internet-Explorer beispielsweise verfügt über ca. 200 Einstellungen, Winword 2000 kommt gar auf über 300, Formate und Symbolleisten nicht mitgerechnet. Es ist offensichtlich, dass die exakte Wiederherstellung des Ursprungszustandes und damit der gewohnten Arbeitsumgebung auf diese Weise praktisch nicht möglich ist.

Viel effizienter ist der Ansatz, regelmäßig ein Image-Backup des laufenden Systems samt Anwendungssoftware zu erstellen und dies bei Bedarf auf die alte oder auch eine neue Systemplatte zu restaurieren. Bei gleicher Hardware kann dieses Verfahren auch zum "Klonen" des Betriebssystems bei Hardwareverlust, beim Vergrößern der Festplatte oder zum Einrichten neuer Rechner mit identischer Konfiguration benutzt werden. Wird die Image-Datei statt nur auf eine separate Partition der Systemplatte auf eine zweite lokale Festplatte oder auf einen Netzwerkserver geschrieben, so ist auch bei Hardwareverlust die Systemplatte schnell wiederhergestellt. Für solche Fälle hat es sich bewährt, wenn man auf mehrere Generationen von Systemsicherungen zurückgreifen kann, die jeweils in einem definierten, fehlerfreien Zustand erstellt wurden.

## 2 Verfahren zur Systemsicherung

Die grundsätzliche Problematik bei der Sicherung aktiver Betriebssysteme besteht darin, dass solche Sicherungen im allgemeinen nicht Bit-genau unter Kontrolle des zu sichernden Betriebssystems selbst erstellt werden können. Einerseits verändert das laufende Sicherungsprogramm temporär das zu sichernde Betriebssystem, andererseits ist nicht immer gewährleistet, dass die Sicherungssoftware vom Betriebssystem die Berechtigung zum Kopieren aller Systemkomponenten erhält. Noch gravierender tritt dieses Problem beim Restaurieren des Betriebssystems zu Tage, da aus gutem Grunde laufende Betriebssysteme verhindern, dass ihre gerade in Benutzung befindlichen Basiskomponenten wie Kernel (Unix) oder Registry (Windows) von einer Fremdsoftware modifiziert oder überschrieben werden („Lock“). Außerdem ist ein Betriebssystem-eigener Sicherungsmechanismus nur geeignet, den gleichen Betriebssystem- bzw. Partitionstyp zu sichern. Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, bieten sich verschiedene Hard- oder Software-basierte Techniken an:

1. Automatisches Spiegeln der Festplatte in Echtzeit durch RAID-Systeme<sup>[2]</sup>.  
Diese Lösung ist aufwendig, denn sie erfordert permanent den doppelten Speicherplatz und teure RAID-Controller. Sie ist deshalb im allgemeinen bei Arbeitsplatzrechnern aus Kostengründen nicht zu realisieren. Sie hat zudem den Nachteil, dass das Betriebssystem immer im gerade aktuellen, d.h. auch im vielleicht bereits fehlerhaften Zustand gesichert wird. Als Sicherung gegen im laufenden Betrieb eingeführte Softwarefehler ist diese Lösung folglich nicht geeignet. Vorteilhaft ist allerdings die Tatsache, dass die Sicherung vollautomatisch ohne Notwendigkeit einer Benutzerintervention erfolgt, und dass – etwa bei Hardwareverlust – der letzte, hoffentlich fehlerfreie Betriebszustand ohne großen Zeitverlust wieder hergestellt werden kann.
2. Der Einsatz sogenannter „Protector“-Karten, die eine bei Einrichtung des Rechners fehlerfrei installierte Systempartition stets unverändert belassen (read-only-Zugriff) und alle Änderungen über eine modifizierte Zugriffstabelle (FAT) auf einer unsichtbaren Arbeitskopie vornehmen. Zum Restaurieren des Originalzustandes muss dann lediglich die modifizierte FAT durch die ursprüngliche ersetzt werden, während die Daten der Arbeitskopie verworfen bzw. einfach überschrieben werden können. Dieses Verfahren eignet sich besonders zur schnellen Wiederherstellung eines wohldefinierten und sich selten ändernden Produktionszustandes eines Betriebssystems. Es ist deshalb vor allem für Büroumgebungen oder für Systeme in der Ausbildung geeignet<sup>[3]</sup>, die nach Abschluss der Ausbildungsmaßnahme schnell wieder in den Originalzustand rückversetzt werden sollen.
3. Die Sicherung der gesamten Betriebssystem-Partition durch spezielle Software entweder als 1:1-Kopie oder als komprimierte Image-Datei
  - auf einer zweiten Partition der gleichen Festplatte
  - auf einer zweiten, lokalen Festplatte im eigenen PC
  - auf einem durch einen Server zur Verfügung gestellten Netzlaufwerk („Freigabe“ oder „Share“). Dieses Verfahren eignet sich insbesondere zur Sicherung älterer, nicht mehr erweiterungsfähiger System und von Laptops.
  - auf mehreren Wechselmedien (ZIP, JAZ) oder auf CD/R(W)

Die Sicherung durch spezielle Software besitzt einige Vorzüge, die es besonders im Zusammenhang mit der Sicherung von Systemen und Daten für den Fall eines Virenbefall oder Schadens durch fehlerhafte Software geeignet erscheinen lassen:



Die benötigte Software ist entweder direkt Bestandteil des Betriebssystems (Linux, Windows 95/98), oder sie ist vergleichsweise kostengünstig erhältlich.

Die Sicherung erfolgt immer genau dann, wenn das System sich in einem wohldefinierten, von unbenötigten, temporären Dateien gesäuberten, geprüften und nach längerer, fehlerfreier Laufzeit voraussichtlich stabilen Zustand befindet.

Bei Rechnern im Netzwerk entfällt die Notwendigkeit, eigenen lokalen Festplattenplatz zusätzlich einrichten zu müssen. Dies ist besonders für die Sicherung von Laptops wichtig, bei denen im allgemeinen der Speicherplatz beschränkt und meist nicht erweiterbar ist.

Praktisch jede Sicherungssoftware bietet die Möglichkeit, die kopierten Daten als komprimierte, häufig auch verschlüsselte oder zumindest Passwort-geschützte Image-Dateien abzulegen. Das spart typischerweise 50% Plattenplatz und erhöht den Schutz der sensiblen Systemdaten (private Schlüssel, Passwörter etc.) vor unberechtigtem Zugriff.

### **3 Software-basierte Sicherung von Systempartitionen**

Aus den gerade genannten Gründen wurden verschiedene Verfahren und Produkte zur Systemsicherung zunächst mit Schwerpunkt auf den Windows-Betriebssystemen Windows 95/98/ME und NT 4.0 Workstation untersucht und verglichen. Dabei wurde bewusst der erweiterte Funktionsumfang mancher Produkte beispielsweise zur Automatisierung der Systemverwaltung oder die Basisfunktionalität zur einfachen Kopie ganzer Partitionen unberücksichtigt gelassen. Schwerpunkt dieses Vergleichs war im Rahmen eines Sicherheitskonzeptes für PCs die Sicherung von Systempartitionen auf Image-Dateien und die Sicherung über Netz mit dem TCP/IP-Protokoll.

Das zuerst beschriebene Verfahren zur lokalen Sicherung von Windows-95/98 Systemen wurde viele Jahre mit Erfolg praktiziert, allerdings ist das Verfahren systemspezifisch, relativ umständlich und für neuere Betriebssysteme nicht geeignet. Besser sind Produkte, bei denen die Software unter einem von Diskette gestarteten stand-alone-Betriebssystem läuft und direkt auf die Struktur der Festplattenpartitionen zugreift, so dass Sicherung und Restaurierung unabhängig vom Typ des zu sichernden Betriebssystems sind. Das Verfahren ist damit gleichermaßen für die Sicherung von Windows wie für Unix oder auch andere Betriebssysteme geeignet, sofern der Typ des gesicherten Dateisystems von der Software erkannt und unterstützt wird. Die folgende Zusammenstellung der Methoden berücksichtigt die zeitliche Reihenfolge der in der Praxis gewonnenen Erfahrungen, wobei nicht verschwiegen sei, dass einige Fehlversuche auf ungenaue Pressepublikationen und Handbücher mit offensichtlich nicht in der Praxis erprobten Verfahren zurückzuführen waren.

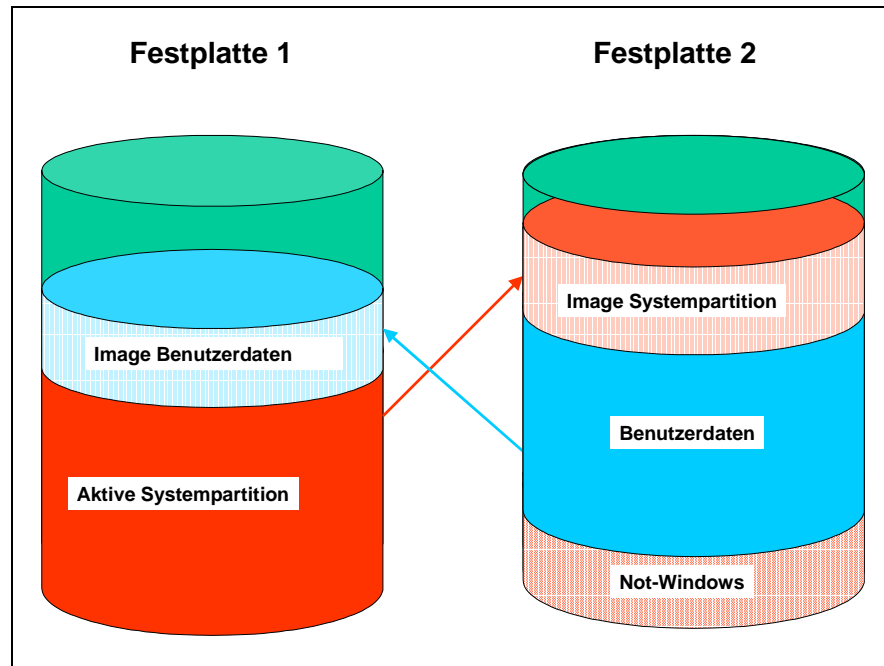
#### **3.1 Windows 95/98-Sicherung mit MS-Backup und Not-Windows**

##### **3.1.1 Vollsicherung auf zweiter Festplatte**

Volle Redundanz der Datenhaltung, sowohl des Betriebssystems als auch der Benutzerdaten, bietet ein Höchstmaß an Sicherheit gegen langwierigen Produktivitätsverlust. Besonders bei stand-alone-Arbeitsplatzrechnern, die „wichtige“ Daten enthalten oder auf deren Verfügbarkeit man nicht gut verzichten kann, zahlt sich bei heutigen Festplattenkosten eine eher geringe Zusatzinvestition in Form einer zweiten Festplatte im Fehlerfall schnell aus. Unabhängig von der hier thematisierten Vollsicherung des Systems oder der Benutzerdaten, die nur selten nach größeren Installationsmaßnahmen erforderlich ist, sollte selbstverständlich eine inkrementelle, zumindest tägliche Sicherung der Benutzerdaten etwa mittels des unten beschriebenen ADSM erfolgen.

Für die lokale Vollsicherung werden zwei unabhängige Laufwerke benötigt:

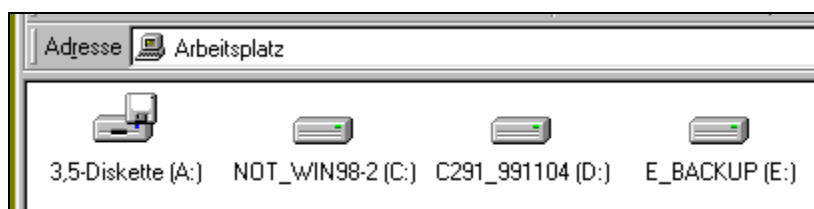
Abbildung 1: Vollsicherung auf zwei Festplatten mit Not-Betriebssystem



Im normalen Arbeitsbetrieb wird der Rechner von einer aktiven Windows-Systempartition auf Festplatte 1 gestartet. Diese Partition mit Laufwerksbuchstaben C enthält das gesamte Betriebssystem inklusive aller installierten Anwendungsprogramme, deren Pfade und Einstellungen. Alle reinen Benutzerdaten, Arbeitsdateien und vielleicht auch schwierig wiederzubeschaffende Installationskits der installierten Anwendungssoftware liegen auf der zweiten Festplatte D. Bei der Einrichtung der Festplatte 2 wurde auf dieser in einer primären DOS-Partition ein minimales Windows-Betriebssystem („Not-Windows“) und als einziges Zubehör Microsoft-Backup (ehemals Seagate) installiert. Der hierfür erforderliche Speicherplatz beträgt ca. 50 MB. Zu finden ist die Windows-eigene Backup-Software unter „Start – Einstellungen – Systemsteuerung – Software – Windows-Setup – Systemprogramme – Details – Backup“.

Zur Sicherung der Systempartition auf Festplatte 1 wird nun das Not-Windows auf Festplatte 2 gestartet. Bei SCSI-Systemen ist diese Umschaltung besonders einfach: Wurde Festplatte 1 beispielsweise mit SCSI-ID=1 und Festplatte 2 mit SCSI-ID=2 konfiguriert (Normalbetrieb), so genügt es, die SCSI-ID der zweiten Festplatte temporär auf 0 umzuschalten. Nach dem Start des Not-Windows von Festplatte 2 zeigt dann der Explorer beispielsweise folgende Laufwerke:

Abbildung 2: Anordnung der Laufwerke bei gestartetem Not-Windows



Die zu sichernde Festplatte ist jetzt eine normale Datenplatte mit der Bezeichnung C291\_991104 und dem Laufwerksbuchstaben D:, die durch Start von MS-Backup und:

- Einen neuen Sicherungsauftrag erstellen
- Markierte Dateien, Ordner und Laufwerke sichern
- Im Explorer-Fenster die Festplatte 1 (D:) auswählen
- Alle markierten Dateien
- Datei – „C:\BACKUP\C\_JJMMTT.QIC“ als Ziel für die Image-Datei angeben



auf die zweite Festplatte in das Verzeichnis \BACKUP mit dem Namen des gesicherten Laufwerks und dem Sicherungsdatum als \*.QIC-Datei abgelegt wird. Entsprechend kann eine Sicherung aller Benutzerdaten von Festplatte 2 in eine Image-Datei auf Festplatte 1 durchgeführt werden.

Das Verfahren ist einigermaßen schnell, die Geschwindigkeit wird bei langsameren CPUs im wesentlichen durch die Geschwindigkeit der Datenkomprimierung bestimmt. Ein typischer Komprimierungsfaktor liegt bei etwa 1.4, der Zeitaufwand für ein 3 GB großes Betriebssystem liegt auf einem 500 MHz Pentium III mit 128 MB RAM bei ca. 50 Minuten beim Schreiben auf eine zweite Partition der gleichen Festplatte. Der Vergleich des Partitionsinhalts mit dem gesicherten Image benötigt ebenso wie das Restaurieren der Systempartition ca. 30 Minuten. Die Zeiten werden etwas kürzer beim Schreiben auf eine separate Festplatte wie etwa gemäß Bild 1. Die Methode und die Software Microsoft- bzw. Seagate-Backup haben sich im praktischen Betrieb als sehr zuverlässig erwiesen, nachteilig ist jedoch der notwendige Eingriff in die Hardware, der allerdings bei SCSI-Laufwerken und bei Verwendung extern zugänglicher ID-Umschalter kaum ins Gewicht fällt.

### 3.1.2 Sicherung auf gleicher Festplatte

Das eben beschriebene Verfahren lässt sich, wenn man etwas „Handarbeit“ nicht scheut und auf volle Redundanz verzichten kann, auch auf einer einzigen Systempartition oder auf einer Festplatte mit zwei Partitionen ausführen<sup>[4]</sup>. Hierzu wird ein Not-Windows auf der gleichen Festplatte mit einem vom Default des laufenden Betriebssystems C:\WINDOWS verschiedenen Wurzelverzeichnis, also beispielsweise unter C:\NOTWIN installiert. Durch Editieren von C:\MSDOS.SYS (Achtung: Schreibgeschützte, versteckte Systemdatei !) kann wahlweise mit WinBootDir=C:\NOTWIN das Not-Windows gestartet und das Produktions-Windows unter C:\WINDOWS so gesichert und auch ohne Lock-Probleme wieder restauriert werden. Dieses Verfahren sei allerdings nur erfahrenen Systemverwaltern empfohlen, und es verzichtet auf den Vorteil der redundanten Vollsicherung. Nach diesem Verfahren lässt sich mit Hilfe jeder unter Windows lauffähigen Backup-Software wie zum Beispiel des unten beschriebenen AD SM oder des Windows-eigenen Seagate-Backup das Produktionssystem als Image-Datei auf der gleichen Festplatte sichern und restaurieren.

## 3.2 IBM-ADSM stand-alone-Backup

Seit mehreren Jahren bereits bietet IBM mit dem „Adstar Storage Manager“ (jetzt „Tivoli“) ein bewährtes Werkzeug, um auf speziellen Unixservern Backup und Archivierung von Benutzerdaten für Windows- und Unix-Systeme zu realisieren. Da die Serversoftware auch Bandroboter und eine flexible Zeitsteuerung für die automatische Datensicherung unterstützt, ist dieses System besonders für die regelmäßige Sicherung großer Mengen an Benutzerdaten im IP-Netzwerk geeignet<sup>[5]</sup>.

Auch eine Systemsicherung ist mit dieser Software durch einen kleinen Trick möglich: Die bei der Restaurierung gesperrten Systemdateien (Benutzerprofil, Registry) werden vorher exportiert

und als gewöhnliche Dateien in ein spezielles Verzeichnis geschrieben. Die anschließende Datensicherung speichert diese Dateien zusammen mit allen Systemdateien in der erzeugten Image-Datei. Das Verfahren setzt voraus, dass zwischen dem Sichern der Systemdateien und dem Sichern des Gesamtsystems keine wesentlichen Änderungen an den Systemdateien mehr erfolgt sind. Die gesicherten Einstellungen der Registry werden dann beim Restaurieren in die aktive Registry des Minimalsystems übernommen. Eine Bit-genaue Rekonstruktion des Originalsystems ist mit dieser Methode jedoch prinzipiell nicht zu erreichen, so dass die restaurierte Systempartition auf keinen Fall identisch mit der zu sichernden Partition sein kann.

Deshalb bietet IBM auch für die Sicherung von PC-Betriebssystemen eine stand-alone-Version der Backup-Software an (S/A-ADSM). Wie bereits oben skizziert läuft diese unter einem Betriebssystem, in diesem Falle OS/2, das von vier vorher für den zu sichernden Klienten-PC eingerichteten 1.44 MB Disketten gestartet wird. Erforderlich ist die Anpassung der Tastatur (englisch/deutsches Keyboard), der Netzwerkkarten-Treiber für OS/2 und der IP-Adressen für Klient und Server. Die Einrichtung dieser Disketten ist beispielsweise im Handbuch ZAM-BHB-150<sup>[6]</sup> ausführlich beschrieben.

Optional kann zusätzlich zur automatisch erfolgenden Datenkompression auf dem Server eine Kompression auf dem Klientensystem aktiviert werden. Dies kann einerseits dazu benutzt werden, die bei unkomprimiertem Transfer und schnellem Klienten-PC recht hohe Datenrate künstlich zu reduzieren, um falls nötig Netzüberlastungen in langsamen Shared-Media-Netzen wie etwa Thinwire-Ethernet zu vermeiden. Andererseits unterscheidet sich die gesamte Übertragungszeit bei lokaler Komprimierung auf einem schnellen PC nur unwesentlich von der unkomprimierten Übertragung. Da Netz und Server aber insgesamt weniger belastet werden, ist dieses Verfahren außer bei sehr langsamen Klienten-Systemen im allgemeinen vorzuziehen.

S/A-ADSM greift physikalisch auf die zu sichernde Festplatte zu und kann deshalb im Gegensatz zum logischen Zugriff auf Partitions- oder Dateiebene nur ganze Festplatten komplett sichern. Vorteil ist auch hier die völlige Unabhängigkeit von der Art der auf der Festplatte gespeicherten Daten, sei es eine oder mehrere Betriebssystempartitionen oder gewöhnliche Benutzerdaten. Damit ist das Verfahren zur Sicherung beliebiger Betriebssysteme und Dateisystem-Typen geeignet. Dieser Vorteil wird allerdings durch zwei gravierende Nachteile erkauft:

1. Die Software liest und komprimiert gegebenenfalls alle Sektoren einer Festplatte unabhängig davon, ob diese tatsächlich Daten enthalten oder nicht, was bei nur gering genutzten, großen Festplatten zu einem beträchtlichen Zeitverlust führen kann.
2. Die Restauration eines Festplatten-Images ist nur vollständig auf eine Festplatte des exakt gleichen Typs, d.h. mit identischer Spuren-, Sektoren- und Zylinderzahl möglich.

Daraus folgt: S/A-ADSM stellt eine brauchbare und sehr zuverlässige Lösung für die Sicherung laufender Betriebssysteme gegen Verlust durch Softwarefehler dar. Es ist keine Lösung bei Systemerweiterungen (größere Festplatte) oder für langfristige Sicherung, wenn der Typ der eingesetzten Festplatte möglicherweise inzwischen am Markt nicht mehr erhältlich ist.

Für einen Pentium II mit 266 MHz und 128 MB Hauptspeicher benötigt das Sichern einer SCSI-Festplatte von 9 GB mit Komprimierung auf dem Klienten ca. 4 ½ Stunden. Ein 500 MHz Pentium III mit ebenfalls 128 MB Hauptspeicher benötigt für eine 9 GB Festplatte mit 2 GB Daten immerhin noch 59 Minuten ohne Komprimierung und 79 Minuten mit Komprimierung auf dem Klienten bei einem Netzanschluss von 100 Mbps. Das Verfahren ist demzufolge für derzeit typische Festplattengrößen von 40 bis 80 GB nur noch eingeschränkt etwa für eine einmalige Sicherung des Ausgangszustandes für den Notfall, nicht aber für regelmäßige Sicherungen praktikabel.

### 3.3 Symantec Norton Ghost 2001

Auf Grund der beim Duplizieren von Festplattenpartitionen zur Einrichtung neuer PCs gemachten guten Erfahrungen wurde das Produkt „Norton Ghost 2001<sup>[7]</sup>“ der Fa. Symantec auf seine Eignung zum Erstellen von Image-Dateien auf lokalen Laufwerken und Netzlaufwerken untersucht. Auch Norton Ghost benutzt ein vorher mit Hilfe eines Software-Assistenten unter Windows zu erstellendes stand-alone-Betriebssystem, das von Diskette gestartet wird. Nach Installation der Software von CD unter Windows stehen folgende Funktionen in einer Programmgruppe zur Verfügung:

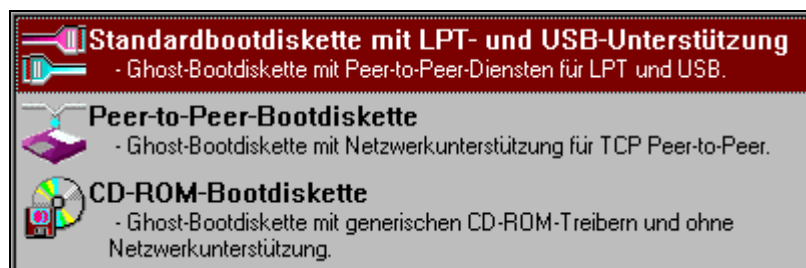
Abbildung 3: Die Funktionen von "Norton Ghost 2001"



- Ghost Explorer zur Überprüfung (CRC32) von Imagedateien und Wiederherstellung einzelner Ordner oder Dateien unter Windows
- Norton Ghost Boot-Assistent zum Erstellen der stand-alone-Disketten
- Norton Ghost, das eigentliche, nur unter DOS lauffähige Backup-Programm

Der Boot-Assistent bietet verschiedene Optionen zur Erstellung unterschiedlicher Disketten, mit deren Hilfe Image-Dateien und Partitionskopien lokal oder durch Peer-to-Peer-Verbindungen zwischen zwei PCs erstellt werden können:

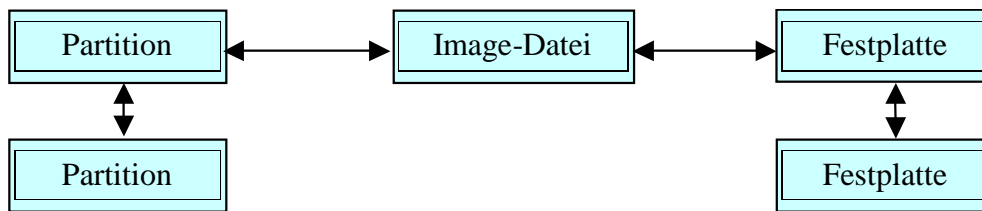
Abbildung 4: Die Optionen bei der Erstellung der Boot-Disketten



- Lokale Kopie auf eine separate Partition oder Festplatte im gleichen PC
- Kopie auf einen anderen PC mit direkter Verbindung durch ein spezielles LPT- (Parallel Port) oder USB- (Universal Serial Bus) Kabel
- Kopie auf einen Netzwerk-PC über eine Peer-to-Peer-Netzwerkverbindung und das TCP/IP-Protokoll
- Lokale Kopie auf ein SCSI-Bandlaufwerk oder einen CD-Brenner (DOS-ASPI)

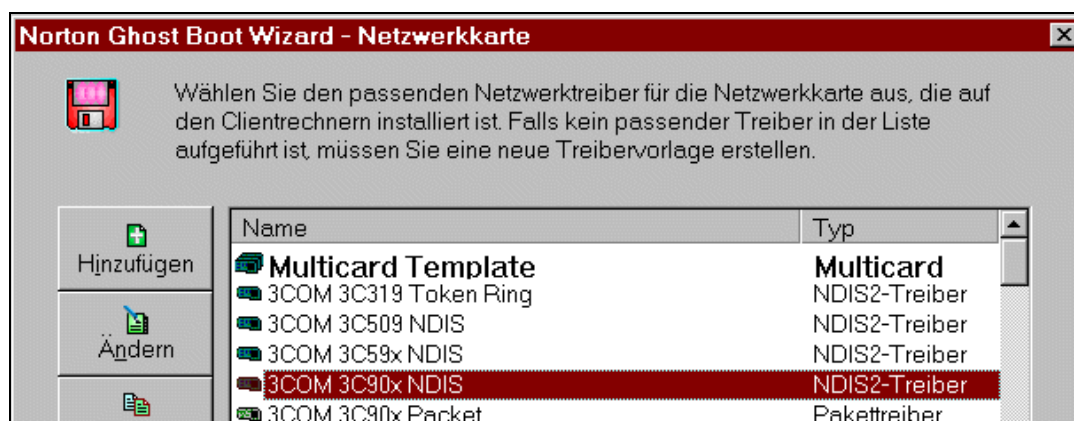
Die möglichen Kombinationen für das Sichern und Wiederherstellen von Partitionen und Festplatten nach und von Image-Dateien zeigt das folgende Bild:

Abbildung 5: Die möglichen Backup- und Restore-Kombinationen



Bei der Kopie über eine Peer-to-Peer-Verbindung arbeiten zwei PCs als Master-Slave-Konfiguration, wobei die gesamte Steuerung des Kopiervorgangs vom Master aus erfolgt, nachdem zuvor auf dem Klienten ebenfalls ein stand-alone-System von Diskette gestartet wurde. Die Erstellung der Boot-Disketten mit Netzwerkunterstützung erleichtert der Boot-Assistent durch eine Sammlung gängiger Ethernet-Treiber, die durch eigene NDIS2- oder Packet-Treiber, wie sie üblicherweise vom Hersteller von Netzwerkkarte mitgeliefert werden, ergänzt werden können:

Abbildung 6: Unterstützung von Netzwerkkarten



Die IP-Konfiguration kann automatisch beim Start durch DHCP (Dynamic Host Control Protocol) oder manuell durch Eintragen der IP-Adreßinformationen vorgenommen werden.

Wer die Boot-Disketten etwa für lokales Backup nicht mit Hilfe des Boot-Assistenten erstellen möchte, kann auch eine üblicherweise vorhandene Windows-Startdiskette oder eine beliebige, bootfähige DOS-Diskette benutzen und aus dem Installationsordner von Ghost das Programm ghostpe.exe auf diese Diskette kopieren, nachdem zuvor alle nicht unbedingt zum Booten benötigten Dateien auf der Diskette gelöscht wurden. Diese Möglichkeit bietet den Vorteil, dass etwa benötigte und vom Boot-Assistenten nicht installierte Treiber für das aktuelle Betriebssystem wie etwa die Unterstützung für deutsche Tastaturen oder SCSI-Treiber automatisch geladen werden. Allerdings sollte man darauf achten, dass in CONFIG.SYS keine Memorymanager wie etwa EMM386 geladen werden, da diese zu Problemen im Zusammenwirken mit dem Backup-Programm führen können.

Beim Erstellen von Image-Dateien unterstützt Norton Ghost verschiedene Kompressionsstärken „keine“, „schnell“ und „hoch“, von denen die höchste Komprimierungsstufe „hoch“ Image-Dateien von etwa 50% der Originalgröße erstellt. Eine Partition von 9 GB, die 3 GB Daten enthält, wird auf einem 500 MHz Pentium III mit 128 MB Hauptspeicher in 23 Minuten auf eine andere Partition einer separaten Festplatte geschrieben und belegt dort als Image-Datei 1.8 GB. Damit wird eine mittlere Kopierate von Festplatte zu Festplatte von 130 MB/Minute erreicht. Kopiert man auf eine zweite Partition der gleichen Festplatte, so reduziert sich die Übertragungs-



rate auf etwa 75 MB/Minute. Die höchste Kopiergeschwindigkeit mit „schneller“ Kompression wurde zwischen zwei lokalen SCSI-U2/U2W-Festplatten mit 220 MB/Minute gemessen. Das ist sehr schnell, wenn auch noch deutlich geringer als der in der Dokumentation zitierte und sicher nur auf sehr leistungsfähigen PCs erreichbare Wert von 1 GB/Minute.

Nach Erstellen einer Image-Datei empfiehlt es sich auf jeden Fall, die Integrität der erstellten Datei mit „Prüfen > Abbilddatei“ oder unter Windows mit Hilfe des Ghost-Explorers zu überprüfen. Während der durchgeführten Tests trat einmal der Fehler auf, dass ein scheinbar ordnungsgemäß geschriebenes und nicht nachträglich überprüfbares Image nicht mehr restauriert werden konnte, sondern mit der Fehlermeldung „vorzeitiges Ende der Image-Datei“ abbrach. Dies war möglicherweise auf einen Bedienungsfehler zurückzuführen, der durch die beim Sichern auf große Festplatten unerwartete und nicht korrekt beantwortete Frage nach einem neuen Datenträger bei Erreichen der 2 GB-Grenze verursacht wurde. Es empfiehlt sich auf jeden Fall, vor der ersten Sicherung alle verfügbaren Optionen – soweit man diese in ihrer Wirkung im Detail beurteilen kann – sorgfältig zu konfigurieren und als Default abzuspeichern.

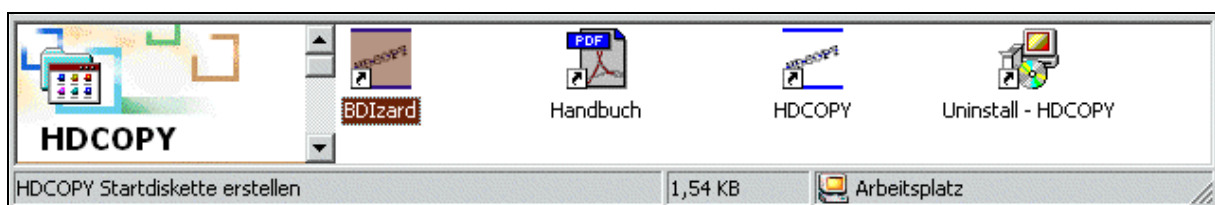
Norton Ghost unterstützt derzeit die Dateisysteme FAT 12/16/32, Linux Fext2 und NTFS zumindest für lokale Kopien ganzer Partitionen oder Festplatten. Allerdings scheint das Erstellen von Image-Dateien auf NTFS-Partitionen nicht möglich, da diese weder vom DOS der Boot-Disketten erkannt noch von Norton Ghost als Ziellaufwerke angeboten werden. Dies bedeutet eine signifikante Einschränkung, da die meisten Serversysteme unter Windows-NT oder Windows 2000 laufen und deshalb das NTFS-Filesystem benutzen. Das Erstellen von Image-Dateien auf Fext2-Partitionen wurde nicht untersucht.

Schwierigkeiten hatte Norton Ghost auch mit dem Erstellen einer Image-Datei einer „größeren“ NTFS-Partition von ca. 3 GB mit sehr vielen Dateien und Unterverzeichnissen. Beim Erstellen eines Images über eine Netzwerkverbindung mit Hilfe einer DOS-Netzwerkfreigabe (MS Network Client) brach der Kopiervorgang nach längerer Laufzeit mit einer Fehlermeldung ab, die auf ein Speicherproblem durch die hohe Zahl temporär zu verwaltender Namen und Verzeichnisse hindeutet. Auch dem Versuch, mit Hilfe von EMM386 und HIMEM.SYS dieses Problem zu umgehen, war kein Erfolg beschieden, so dass weitere Tests nicht mehr durchgeführt wurden.

### 3.4 HDCOPY der HDTRONIC EDV-Service GmbH

Ein weiteres, am Markt vor allem bei PC-Distributoren häufig anzutreffendes Disk-Imaging-Programm ist HDCOPY<sup>[8]</sup> (<http://www.hdcopy.de>), das wie auch die anderen untersuchten Programme von einer stand-alone-Diskette unter dem Betriebssystem DOS gestartet wird. Das Programm kann mit stark eingeschränkter Funktionalität als Shareware vom Server des Herstellers als ausführbares Setup-Programm heruntergeladen werden und wird durch Ausführen in einer Windows-Umgebung wie üblich mit einer eigenen Programmgruppe installiert:

Abbildung 7: Die HDCOPY-Programmgruppe

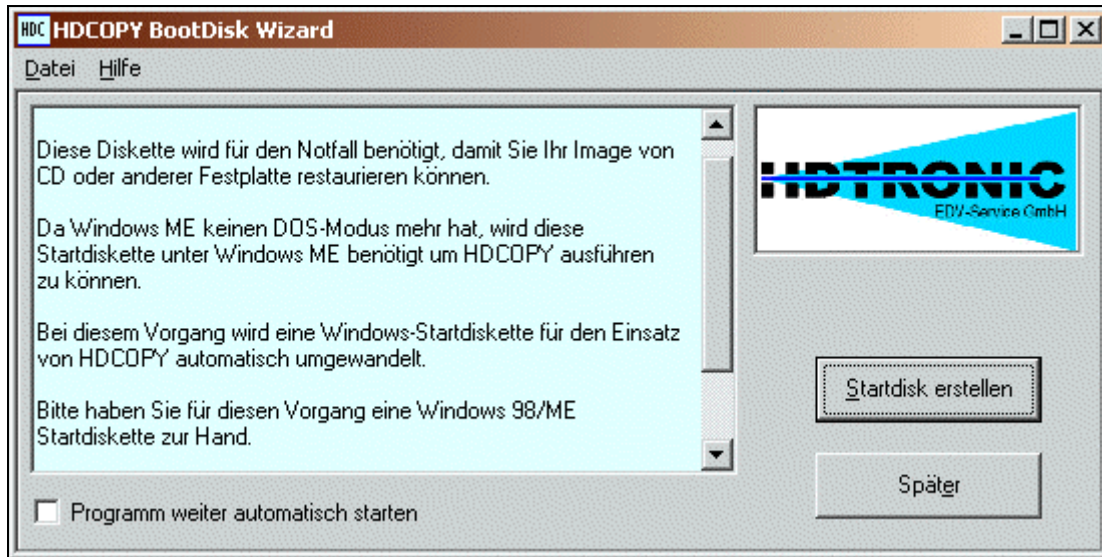


HDCOPY unterstützt das direkte Kopieren von Festplattenpartitionen oder ganzer Festplatten sowie das Sichern und Restaurieren in und von Image-Dateien unabhängig vom gesicherten Betriebssystem durch physikalisches (langsam) oder logisches Kopieren der Festplatten-Sektoren. In der registrierten Pro-Version werden auch das Kopieren von NTFS-Partitionen und die Komprimierung von Image-Dateien unterstützt. Im Lieferumfang enthalten ist noch das Programm

QuickFDisk, das als Ersatz für Microsofts FDISK in der Lage ist, (V)Fat16/32- und NTFS-Partitionen zu verwalten und in der Größe zu verändern.

Zum Erstellen der Boot-Diskette bietet HDCOPY den „Boot-Disk-Wizard“, der eine vorher unter Windows 98 oder ME zu erstellende Standard-Startdiskette benutzt, um durch Löschen einiger nicht benötigter Dateien den erforderlichen Platz von ca. 255 KB zum Kopieren des Backup-Programms ins Unterverzeichnis HDCOPY zu schaffen:

Abbildung 8: Das Hilfsprogramm zum Erstellen der Boot-Diskette



Grundsätzlich kann hier auch jede netzwerkfähige DOS-Bootdiskette benutzt werden, um beispielsweise mit Hilfe des Microsoft-Netzwerkclients auf NETBIOS-Freigaben oder auf Samba-Shares zuzugreifen. Durch eine optionale Aufteilung des Images auf mehrere kleinere Image-Dateien wird auch eine Sicherung auf ZIP, JAZ- oder CD-Laufwerke möglich.

Als reines DOS-Programm unterstützt HDCOPY in der Pro-Version zwar die direkte Kopie von FAT, FAT32 und NTFS-Partitionen beispielsweise zur Einrichtung neuer PCs, für die Ablage von Image-Dateien jedoch nur solche Laufwerke, die unter DOS sichtbar und mit einem eigenen Laufwerksbuchstaben ansprechbar sind. Dies trifft beispielsweise für Netzlaufwerke unter dem Microsoft Netzwerkclienten oder Novell zu, nicht aber für lokale NTFS-Partitionen unter Windows NT/2000. Damit unterliegt HDCOPY der gleichen Einschränkung wie Norton Ghost 2001.

Ein Test der Backup-Geschwindigkeit von einem 266 MHz/128 MB PC mit Hilfe des MS-Netzwerkclients auf ein Netzlaufwerk eines 500 MHz/128 MB-Systems unter Windows NT ergab eine Laufzeit von 15 Minuten für 4.2 GB Daten ohne Kompression.

### 3.5 DriveImagePro mit PartitionMagic von PowerQuest

Für die Zwecke einer flexiblen Systemsicherung in lokale oder auf Servern abgelegte Image-Dateien am besten bewährt hat sich „Drive Image Pro Version 4“ von PowerQuest<sup>[9]</sup> das auf vier verschiedenen PCs für Windows 98, Windows ME und Windows NT-4.0/2000 mit SCSI-Festplatten bis 9 GB und IDE-Festplatten bis 40GB getestet wurde. Zu möglichen Problemen mit großen Festplatten sei auf folgendes hingewiesen:

Der Einsatz von Festplatten oberhalb der 32 GB-Grenze setzt den entsprechenden Support im BIOS voraus, das nicht älter als etwa Juni 1999<sup>[10] [11]</sup> sein sollte. Gegebenenfalls muss vor Einsatz solcher Festplatten ein BIOS-Update (Flash) durchgeführt werden, oder die Festplatte muss, wenn dies möglich ist, im 32 GB „Clip-Mode“ unter Verzicht auf die restliche Plattenkapazität



angeschlossen werden. Es sei an dieser Stelle auch noch darauf hingewiesen, dass Festplatten oberhalb 32 GB nur von Windows 98 oder höher bzw. Windows NT ab Service Pack 4, nicht aber von den verschiedenen Versionen von Windows 95 unterstützt werden

Mit Hilfe von DriveImagePro lassen sich ganze Festplatten oder Plattenpartitionen auf einen oder mehrere PCs gleichzeitig kopieren („Klonen“) oder als Image-Dateien ablegen auf

- eine separate Partition der gleichen Festplatte,
- eine Partition auf einer separaten Festplatte,
- unterteilt in mehrere kleinere Image-Dateien auf CD-R(W)-, ZIP-, JAZ-Laufwerken
- oder auf einem freigegebenen Netzlaufwerk eines Windows- (NETBIOS) oder Unix- (Samba)-Servers

Fehler in Dateisystemen werden erkannt und gegebenenfalls korrigiert. Das Produkt unterstützt alle gängigen Partitionstypen FAT16, FAT32/X, NTFS und Fext2 auch für große Festplatten unter Windows und Linux. Im Lieferumfang der Pro-Version enthalten ist außerdem die sehr leistungsfähige und gut unter Windows bedienbare Software „PartitionMagic Version 6“, mit deren Hilfe Festplatten unter Beibehaltung der Datenintegrität repartitioniert werden können.

Die eigentliche Backup-Software läuft ebenfalls unter einem von zwei Disketten gestarteten stand-alone-Betriebssystem (DOS) und greift direkt auf die Struktur der Festplattenpartitionen zu, so dass Sicherung und Restaurierung unabhängig vom Typ des zu sichernden Betriebssystems sind. **Für die Systemsicherung und die Wiederherstellung werden nur diese beiden Disketten benötigt.**

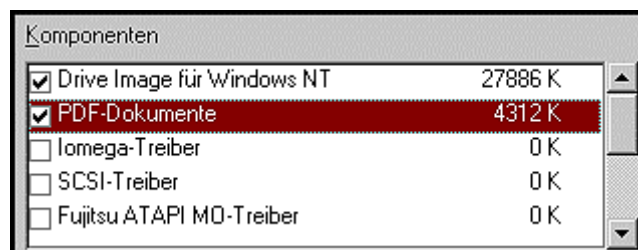
### 3.5.1 Installation der Software und Erstellen der Boot-Disketten

Die Software kann unter Windows 95/98/ME, Windows NT Workstation und Windows 2000 Professional (nicht unter NT/2000 Server !) installiert werden. Der vollständige Installations-Kit besteht aus zwei CDs, von denen die erste alle Backup- und Hilfsprogramme von DriveImagePro V4.0 enthält, während die zweite CD PartitionMagicPro in der auch für Windows-ME geeigneten Version 6.0 enthält.

Vor Beginn der Installation sollten **zwei FAT-formatierte Disketten** für die im Laufe der Installation zu erstellenden Boot-Disketten bereitgelegt werden. Die Installation startet wie üblich durch Einlegen der CD oder durch Ausführen von AUTORUN.EXE:

- Seriennummer der Produkt-CD eingeben
- Benutzerdefinierte Installation auswählen, um eventuell benötigte Zusatztreiber und die vollständige Dokumentation mit zu installieren:

Abbildung 9: Optionen für die Erstellung der Boot-Disketten



- **Notfalldisketten erstellen** (können auch jederzeit später noch erstellt werden)

- Microsoft Network Client 3.0 für MS-DOS nicht oder nur installieren, falls die weiter unten beschriebene Netzkonfiguration manuell durchgeführt werden soll.

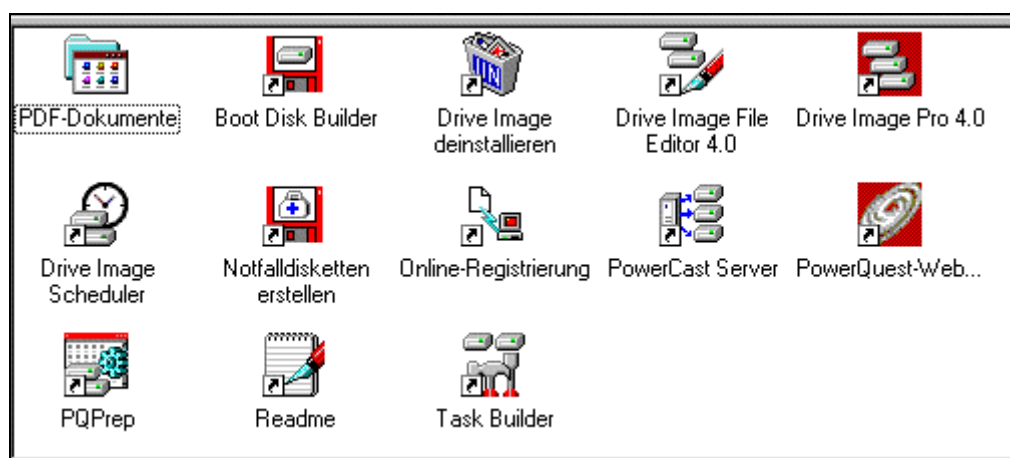
Nach Erstellen der Disketten sollte auf Diskette 1, der Boot-Diskette, für Systeme mit deutscher Tastatur in AUTOEXEC.BAT noch die Zeile „KEYB GR“ eingefügt werden. Außerdem unterstützt der mitinstallierte Maus-Treiber nur Standard-Mäuse, also beispielsweise keine USB-Maus. Zur Benutzung des Programms sollte man deshalb eine PS/2- oder Serienmaus (gegebenenfalls USB-Maus mit Adapter) verwenden. Für eine einwandfreie Funktion des Diskettenwechsels beim Start ist es wichtig, dass die zweite Programmdiskette stets eine identische Kopie der AUTOEXEC.BAT-Datei der ersten Bootdiskette enthält.

Da die zweite Diskette vollständig das eigentliche Backup-Programm **PQDI.EXE** enthält, kann die erste Diskette auch durch die meist ohnehin vorhandene oder mit „Start - Einstellungen - Systemsteuerung - Software - Startdiskette - Diskette erstellen“ leicht zu erstellende Startdiskette des eigenen Windows-Systems ersetzt werden, die alle benötigten Treiber bereits enthält. Nach Möglichkeit sollte jedoch *kein* Memorymanager wie etwa EMM386 benutzt werden.

Nach Abschluss der Installation enthält die neu erstellte Programmgruppe unter anderem die für Sicherung und Wiederherstellung wichtigen Programme

- **Drive Image Pro**, das eigentliche, nur unter DOS lauffähige Backup-Programm. Die auszuführende Datei ist **PQDI.EXE** und befindet sich auf der (zweiten) Programmdiskette des stand-alone-Diskettensatzes.
- **Den Drive Image File-Editor**, mit dessen Hilfe Image-Dateien und einzelne Partitionen innerhalb der Image-Dateien unter Windows in einer Explorer-ähnlichen Ansicht verwaltet und einzelne Dateien aus einem Image wiederhergestellt werden können. Außerdem kann damit die Integrität von Image-Dateien überprüft werden.
- Das Programm **Notfalldisketten erstellen**, mit dem die oben beschriebenen stand-alone-Disketten erstellt werden.
- Ein „**Readme**“, in dem wichtige Hinweise zu bestimmten Betriebssystemen zu finden sind und die **Dokumentation in PFD-Format**, darunter vor allem das Benutzerhandbuch DPMANUAL.PDF und eine recht gute Einführung in die Festplatten- und Partitionierungstechnik BASIC.PDF.

Abbildung 10: Die Programmgruppe DriveImagePro 4



Die weiteren Programme werden zur Erstellung spezieller Boot-Disketten und zur Automatisierung von Sicherungsfunktionen benutzt. Diese Funktionen sind nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Die ebenfalls angebotene, „Power Cast“ genannte Funktion, mit der mehrere identische



Das Verzeichnis „net“ enthält alle für den Betrieb des MS-Netzwerkclients erforderlichen Dateien, darunter den NDIS-Treiber „el90x.dos“ für den benutzten Netzwerkadapter, in diesem Falle eine 3Com Etherlink 3C905B-TX-Karte für 10 und 100 Mbit Ethernet. Dieser Treiber wird von der Supportdiskette des Kartenherstellers kopiert und die Einträge in den beiden Konfigurationsdateien **SYSTEM.INI** und **PROTOCOL.INI** werden entsprechend angepasst. Insbesondere sind dies der NETBIOS-Name des Klienten-PCs, der Name der Arbeitsgruppe und der Dateiname des NDIS-Treibers.

Tabelle 2: Die Datei SYSTEM.INI

Die Datei SYSTEM.INI enthält im wesentlichen den NETBIOS-Namen des Klienten und die Benutzerinformationen für den Zugang zum Netzwerk des Servers.

In der Konfigurationsdatei PROTOCOL.INI werden die IP-Adresse, Subnetzmaske und das Default-Gateway des Klienten eingetragen, sofern die Adressinformationen nicht automatisch von einem DHCP-Server bezogen werden können (DisableDHCP=1). In einem Netz mit DHCP-Server wird DisableDHCP=0 gesetzt, und die Adresswerte hinter den Gleichheitszeichen werden einfach weggelassen. Die Adressinformationen werden dann beim Booten vom DHCP-Server abgefragt und lokal gespeichert.

Tabelle 3: Die Datei PROTOCOL.INI

a:\net\system.ini	
[network]	
filesharing=no	
printsharing=no	
autologon=yes	
computername=zam125	<u>Klient/NBname</u>
lanroot=A:\NET	
username=meissbu	<u>Benutzer</u>
workgroup=zam_xx	<u>Arbeitsgruppe</u>
reconnect=no	
dospophotkey=N	
lmlogon=0	
logondomain=zam_xx	<u>Gruppe/Domäne</u>
preferredredir=full	
autostart=full	
maxconnections=8	
[network drivers]	
netcard=el90x.dos	<u>NDIS-Treiber</u>
transport=tcpdrv.dos,nemm.dos	
devdir=A:\NET	
LoadRMDrivers=yes	
[Password Lists]	
*Shares=a:\net\Shares.PWL	

a:\net\protocol.ini	
[network.setup]	
version=0x3110	
netcard=tcm\$el90x,1,TCM\$EL90X,1	
transport=tcpip,TCPIP	
lana0=tcm\$el90x,1,tcpip	
[tcm\$el90x]	
DriverName=el90x\$	
; MAXTRANSMITS=8	
; SLOT=1	
[protman]	
drivername=PROTMAN\$	
PRIORITY=MS\$NDISLHP	
[tcpip]	IP-
Konfiguration des	
NBSessions=6	<u>Klienten:</u>
DefaultGateway0=134 94 xxx 1	<u>IP-Gateway</u>
SubNetMask0=255 255 255 0	<u>Netzmaske</u>
IPAddress0=134 94 xxx xxx	<u>Klientenadresse</u>
DisableDHCP=1	<u>=0 für DHCP</u>
DriverName=TCPIP\$	
BINDINGS=tcm\$el90x	
LANABASE=0	

Schließlich müssen noch die Dateien CONFIG.SYS und AUTOEXEC.BAT angepasst werden, um die verschiedenen Netzwerkprogramme zu laden und ein Netzlaufwerk mit dem Laufwerksbuchstaben „Z“ zu aktivieren:

Tabelle 4: Die Dateien CONFIG.SYS und AUTOEXEC.BAT

config.sys	autoexec.bat
<pre> DEVICE=HIMEM.SYS /TESTMEM:OFF DOS=HIGH,UMB device=a:\net\ifshlp.sys lastdrive=z </pre>	<pre> @echo off path=;\net;\tools keyb gr,,keyboard.sys           <u>Deutsche Tastatur</u> a:\net\net initialize a:\net\netbind.com a:\net\umb.com a:\net\tcptsr.exe a:\net\tinyrhc.exe a:\net\nmtsr.exe a:\net\emsbfr.exe a:\net\net start REM --- Zum Netzlaufwerk des Servers verbinden net use z: \\zamxxx\backup echo. echo    Drive Image Pro Diskette 2 (Programm) einlegen echo. echo    *** Weiter mit beliebiger Taste *** echo. pause &gt;NUL PQDI                               <u>Backup-Programm starten</u> </pre>

Die Datei AUTOEXEC.BAT kann zum Schluss von dieser DOS-Startdiskette auf die zweite Programmdiskette kopiert werden, um das Programm PQDI.EXE durch Drücken einer beliebigen Taste zu starten.

Damit ist das System einsatzbereit. Als Ziellaufwerk für Image-Dateien wird in DriveImagePro das Laufwerk Z: ausgewählt und das Image dort unter einem beliebigen Namen abgelegt.

### 3.5.3 Erstellung der Netzwerkdiskette mit Hilfsprogramm

Für Anwender im JuNet wurde zur Erstellung der netzwerkfähigen Boot-Diskette ein Hilfsprogramm entwickelt, das auf dem PC-Server pcsrv.zam.kfa-juelich.de angeboten wird und direkt von dort ausgeführt werden kann. Voraussetzung ist eine unter DOS 6.22 formatierte und bis auf die Systemdateien leere Bootdiskette, wie sie auch im ZAM-Dispatch erhältlich ist<sup>[13]</sup>. Auf einem Windows-System wird sie wie folgt für den Netzbetrieb vorbereitet:

- "Netzwerkumgebung - Rechte Maustaste - Netzlaufwerk verbinden - Laufwerk: **Q** auswählen - Pfad: **\\pcsrv\public**"
- Diskette 1 (DOS-6.22-Bootdiskette) einlegen, Programm **DriveImagePro\MS\_Lan\MS\_Lan.exe** ausführen.

Das Verzeichnis "\\StartDisk\net" auf dem Server enthält die Netzwerksoftware mit den Treibern für verschiedene Netzwerkkarten (z.B. "el90x.dos" für eine 3Com Etherlink 3C905B-TX-Karte) in entsprechend benannten Unterverzeichnissen. Das Programm MS-Lan.exe stellt zwei Masken zur Konfiguration des Klienten (lokaler PC) und des Servers (NETBIOS- oder Samba-Share) zur Verfügung:

Abbildung 11: Erstellen der Bootdiskette mit einem Hilfsprogramm

Die einzutragenden Namen sind stets die NETBIOS-Namen, die im allgemeinen mit den IP-Hostnamen identisch sind. Falls der Klient für DHCP registriert ist, werden dessen Adressinformationen automatisch vom Programm eingefügt.

### 3.5.4 Erfahrungen mit DriveImagePro

#### 3.5.4.1 Benutzung

Das Backup-Programm wird durch Booten des PCs mit der ersten Startdiskette und nach erfolgreichem Diskettenwechsel durch Ausführen des Programms PQDI.EXE auf der Programmdiskette gestartet. Beim Start einer Bootdiskette mit Zugriff auf ein Netzlaufwerk werden die verschiedenen Programme des DOS-Netzwerkklienten gestartet, wie das folgende Beispiel für einen Laptop mit Xircom 10/100 CardBus-Ethernetkarte zeigt:

Tabelle 5: Der Startvorgang mit Netzwerkdiskette

```
Starting MS-DOS...

Microsoft (R) Mouse Driver Version 8.28
Copyright (C) Microsoft Corp. 1983-1992.
Copyright (C) IBM Corp. 1992-1993.
Mouse driver installed
Xircom CardBus Ethernet 10/100 Adapter NDIS v3.10 (000501)
Copyright (C) Xircom, Inc. 1996-2000 All right reserved.

Memory Address CC00, IRQ 11, Node Address 0010A4C198A2

Microsoft DOS TCP/IP Protocol Driver 1.0a
Copyright (c) Microsoft Corporation, 1991. All right reserved.
Copyright (c) Hewlett-Packard Corporation, 1985-1991. All rights reserved.
Copyright (c) 3Com Corporation, 1985-1991. All rights reserved.
Microsoft DOS TCP/IP NEMM Driver 1.0
The command completed successfully.
MS-DOS LAN Manager v2.1 Netbind
Initializing TCP/IP via DHCP
Microsoft DOS TCP/IP 1.0a
Type your user name, or press ENTER if it is MEISSBU:
```

```
Type your password:*****
There is no password-list file for MEISSBU.
Do you want to create one? (Y/N) []:N
The command completed successfully.
The command completed successfully.

Drive Image Pro Diskette 2 (Programm) einlegen
.
... Weiter mit beliebiger Taste ...
.
```

Aus Sicherheitsgründen sollte beim Zugriff auf ein Netzlaufwerk das verwendete Passwort nicht auf der Diskette abgespeichert (shares.pwl) und deshalb die Frage „Do you want to create one?“ mit „N“ beantwortet werden. Die Bedienung des Programms ist menügeführt und selbsterklärend. Alle verfügbaren Laufwerke und Partitionen, auch NTFS- oder Netzlaufwerke werden mit den wichtigsten Eigenschaften angezeigt und können in Art des Windows-Explorers als Quell- und Zielpartitionen ausgewählt werden.

Als Namen für Image-Dateien sollte man zweckmäßigerweise den Buchstaben des Laufwerks und das Datum (z.B. C\_010203 für ein Image der Festplattenpartition C: am 03-02-2001) der Erstellung wählen und beim Abspeichern auf Netzfreigaben auf einem Server ein eigenes Verzeichnis für jeden Klienten anlegen. Das Kommentarfeld, das ausreichend Platz bietet, sollte man nutzen, um den aktuellen Zustand des Betriebssystems zum Zeitpunkt der Sicherung zu dokumentieren. Je nach Platz auf dem Server oder auf einer zweiten, lokalen Festplatte kann man so bequem mehrere Generationen eines Betriebssystem-Backups speichern, um bei später erkannten Fehlern schnell wieder auf einen einwandfreien Systemzustand rückbauen zu können. Vor der Sicherung sollten selbstverständlich überflüssige Dateien (CD-Images, temporäre Dateien) gelöscht und die Integrität des Dateisystems beispielsweise mit „scandisk“ bzw. „dumpe2fs/e2fsck“ überprüft werden.

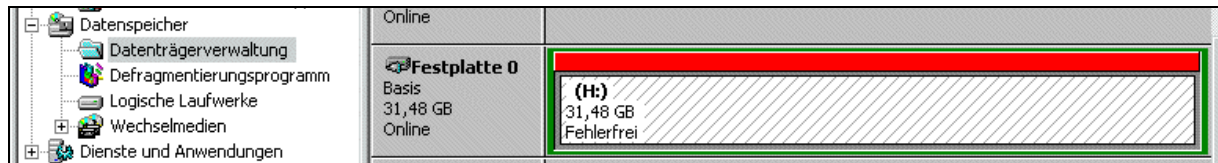
Das Programm bietet drei Komprimierungsgrade mit 0%, 40% und 50% mittlerer Kompression an. Für langsame CPUs bietet sich eine geringere, weil schnellere Komprimierung, bei langsamem Netzanschluss und schneller CPU unter Umständen die höhere Komprimierung an. Das Programm führt beim Schreiben per Default eine Fehlerprüfung durch. Wer sich der Integrität seiner erzeugten Image-Datei ganz sicher sein möchte, kann bei den Optionen noch den Vergleich von Original und Image aktivieren. Dieser wird dann nach Erstellen der Image-Datei automatisch durchgeführt und erfordert noch einmal in etwa die gleiche Zeit wie das Schreiben der Image-Datei.

#### **3.5.4.2 Besonderheiten bei Windows 2000**

Eine Besonderheit ist bei Windows 2000 zu beachten, das zwei Typen von Festplattenpartitionen, „Basisfestplatten“ mit dem Partitionstyp „Partition“ und „Dynamische Festplatten“ mit dem Partitionstyp „einfach“, unterstützt. Basisfestplatten verwenden das partitionsorientierte Schema der Festplattenstrukturierung, das auch Windows 9x und NT 4.0 verwenden. Bei Aktualisierungen werden bereits partitionierte Festplatten automatisch als Basisfestplatten initialisiert, so dass die vorhandene Datenträgerstruktur beibehalten wird. Neue und unbeschriebene Festplatten können nach der Installation als Basisfestplatten oder als dynamische Festplatten initialisiert werden. Dynamische Festplatten werden nur benötigt, um ein fehlertolerantes Festplattensystem (gespiegelte, Stripeset-, RAID-5- bzw. übergreifende Datenträger) zu erstellen und um Änderungen an Festplatten durchführen zu können, ohne den Computer erneut starten zu müssen. Dynamische Festplatten können jedoch keine Partitionen oder logischen Laufwerke enthalten, und auf sie kann deshalb nicht mit MS-DOS (oder anderen Windows-Systemen) und damit auch nicht mit DriveImagePro zugegriffen werden. Die Konvertierung partitionierter in dynamische Festplatten

kann jederzeit mit "Start - Programme - Verwaltung - Computerverwaltung - Datenträgerverwaltung" erfolgen, eine Rückumwandlung in einen partitionierten Datenträger ist jedoch nur durch völlige Neuinitialisierung der Festplatte und mit vollständigem Datenverlust möglich. Ein solcher, für DriveImagePro verwendbarer Datenträger stellt sich in der Datenträgerverwaltung als „Basis“-Datenträger

Abbildung 12: Basis-Datenträger in Windows 2000



im Gegensatz zu einem „Einfachen Datenträger“ dar.

### 3.5.4.3 Leistung

Die gemessenen Leistungsdaten wurden über längere Zeit bei der Durchführung von Sicherungen und Wiederherstellung von Systempartitionen auf verschiedenen Desktop-PCs und zwei Laptops im praktischen Einsatz gewonnen. Die Ausstattung der Maschinen umfasste Pentium II und Pentium III-Systeme mit SCSI- und IDE-Festplatten unter Windows 98, ME, NT 4.0 (SP6) und Windows 2000 (SP1), alle mit 100 Mbps Ethernet-Anschluss:

Tabelle 6: Einige typische Leistungsdaten bei lokaler Sicherung

System	Datenvolumen GB	Kompression	mit Vergleich	Ziel	Gesamtzeit Minuten	Min pro GB
200MHz/64MB/SCSI	0,75	niedrig	nein	zweite Festplatte	7	9,3
500MHz/128MB/SCSI	1,3	hoch	ja	gleiche Festplatte	18	6,9
500MHz/128MB/SCSI	2,9	hoch	ja	zweite Festplatte	31	5,3
866MHz/128MB/IDE	5,3	niedrig	nein	zweite Festplatte	31	5,8
866MHz/128MB/IDE	Restore 3,8	niedrig	nein	zweite Festplatte	23	6,0
866MHz/128MB/IDE	5,3	hoch	ja	zweite Festplatte	63	5,9

Auf Grund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Dateisysteme und der Hardware sind diese Werte nur bedingt vergleichbar. Wie nicht anders zu erwarten, spielt bei eingeschalteter Kompression die Struktur der zu sichernden Daten eine gewisse Rolle. Die gemessenen Werte bieten aber einen guten Anhaltspunkt für die Größenordnung der zu erwartenden Übertragungsleistungen und Backup-Zeiten. Aus ihnen wird deutlich, dass bei der heute üblichen Rechenleistung moderner PCs die Kompression keinen wesentlichen Zeitverlust mehr bedeutet, so dass für die Praxis der Gewinn an Speicherplatz den geringen Zeitverlust im allgemeinen rechtfertigt.

Interessant sind auch noch die zu erwartenden Datenraten bei Sicherung auf ein Netzlaufwerk, bei der die Kombination aus Kompressionsgeschwindigkeit, d.h. CPU-Leistung und Hauptspeicherausstattung, und reiner Übertragungsleistung im Netz eine Rolle spielt:

Tabelle 7: Übertragungsraten bei Sicherung auf ein Netzlaufwerk

System	Datenvolumen GB	Kompression	Netzlaufwerk Server	Gesamtzeit Minuten	Min pro GB
500MHz/128MB/SCSI Desktop/100Mbps	1,7	ohne	866MHz/PIII/256MB <b>100 Mbps</b>	9	5,3
500MHz/128MB/SCSI Desktop/100Mbps	1,7	hoch	866MHz/PIII/256MB <b>100 Mbps</b>	12	7,1
500MHz/128MB/SCSI Desktop/100Mbps	1,7	ohne	866MHz/PIII/256MB <b>10 Mbps</b>	30	17,6
500MHz/128MB/SCSI Desktop/100Mbps	1,7	hoch	866MHz/PIII/256MB <b>10 Mbps</b>	28	16,5
500MHz/PIII/64MB Laptop/100Mbps	8,0	ohne	866MHz/PIII/128MB <b>100 Mbps</b>	70	8,7



500MHz/PIII/64MB Laptop/100Mbps	8,0	hoch	866MHz/PIII/256MB <b>100 Mbps</b>	96	12,0
500MHz/PIII/64MB Laptop/100Mbps	8,0	hoch	866MHz/PIII/256MB <b>10 Mbps</b>	166	20,7
800MHz/PIII/128MB Laptop/100Mbps	1,4	hoch	866MHz/PIII/256MB <b>100 Mbps</b>	10	7,1

## 4 Zusammenfassung

Alle getesteten Programme erlauben problemlos und schnell das Kopieren einzelner Partitionen oder Festplatten, um beispielsweise neue Systeme einzurichten oder durch Einbau neuer Festplatten die Kapazität des Rechners zu erhöhen. Sowohl in der Qualität der Benutzerführung als auch im Funktionsumfang, insbesondere in der Unterstützung des NTFS-Dateisystems zum Ablegen von Image-Dateien, hat DriveImagePro gegenüber den anderen Programmen einige Pluspunkte aufzuweisen. Es hat sich vor allem auch bei Backup und Restore großer FAT32X-Systempartitionen unter Windows 98 und ME gut bewährt und sich insgesamt als sehr zuverlässig erwiesen. Zusammen mit den hier nicht näher erläuterten Möglichkeiten zur Automatisierung von Systemverwaltungsaufgaben für die Betreuung von PC-Clustern und dem seit längerem im Markt bewährten Partitionierungsprogramm PartitionMagic bietet DriveImagePro einen vollständigen Satz an Werkzeugen für eine effiziente Systemverwaltung.

Die Software wird deshalb als Angebot an die Benutzer des Forschungszentrums in drei unterschiedlichen Distributionen angeboten:

1. Zwei lauffähige Disketten (Boot- und Programmdiskette) für lokales Backup auf Festplatte oder zum Klonen von Festplattenpartitionen.
2. Zwei Disketten für die Sicherung in Image-Dateien auf Netzlaufwerken, die mit Hilfe des in 3.5.3 beschriebenen Programms konfiguriert werden müssen.
3. Den originalen Distributionskit auf zwei CDs für die Installation unter Windows.

Einen Vergleich der Leistungsdaten der verschiedenen Programme für die lokale Sicherung auf Image-Dateien unter identischen Voraussetzungen auf einem 500MHz Pentium III mit 128 MB RAM, einem SCSI-Quelllaufwerk mit 3.1 GB Daten und einem IDE-Ziellaufwerk zeigt abschließend die Tabelle 8:

Tabelle 8: Laufzeitvergleich für lokales Backup

Programm	Kompression	Minuten pro GB	Image-Größe GB
DriveImagePro	ohne	4,5	3,1
DriveImagePro	niedrig	4,5	2,2
DriveImagePro	hoch	5,0	1,9
Norton Ghost	ohne	3,8	3,0
Norton Ghost	schnell	4,8	2,2
Norton Ghost	hoch	12,1	1,9
HDCOPY	ohne	4,5	3,1

## Literaturverzeichnis

- [1] Anonymous, "hackers guide", Verlag Markt & Technik, ISBN 3-8272-5460-4 (1999)
- [2] Jürgen Heyer und Markus Bauer, „Festplatten im Verbund“, Zeitschrift PC-Professional 03/2000,  
[http://www.zdexpo.de/produkte/artikel/komp/200003/raid01\\_00-wc.html](http://www.zdexpo.de/produkte/artikel/komp/200003/raid01_00-wc.html) (2000)
- [3] Volker Rüdigkeit, „Beim nächsten Boot wird alles gut“, Support Center im Pädagogischen Institut Frankfurt (1999)
- [4] Rainer Grallert, „Sicherung und Wiederherstellung eines Windows 95-Arbeitsplatzes im JuNet“, ZAM-TKI-0317,  
[http://www.fz-juelich.de/zam/docs/tki/tki\\_html/t0317/t0317.html](http://www.fz-juelich.de/zam/docs/tki/tki_html/t0317/t0317.html) (1998)
- [5] Ulrike Schmidt, Lothar Wollschläger, „Datensicherung mit TSM/ADSM“, ZAM-TKI-0368, [http://www.fz-juelich.de/zam/docs/tki/tki\\_html/t0368/node1.html](http://www.fz-juelich.de/zam/docs/tki/tki_html/t0368/node1.html) (2001)
- [6] J.Meißburger, „Windows NT 4.0 Workstation, ein Installationsprotokoll“ Benutzerhandbuch ZAM-BHB-0150,  
[http://www.fz-juelich.de/zam/docs/bhb/bhb\\_html/d0150/d0150.html](http://www.fz-juelich.de/zam/docs/bhb/bhb_html/d0150/d0150.html) (1999)
- [7] Norton Ghost™ 2001 Benutzerhandbuch Version 6.5, Symantec Corporation Part Nr. 07-30-00425, <http://www.symantec.com> (2000)
- [8] „HDCOPY, Das Handbuch“ Version 2.03, HDTRONIC EDV-Service GmbH, 1. Auflage, <http://www.hdcopy.de> (Juni 2000)
- [9] Drive Image Pro 4.0 Benutzerhandbuch, PowerQuest Corporation, 1. Auflage,  
<http://www.powerquest.com/de/DriveImagePro/index.html> (September 2000)
- [10] „IDE Hard Drive Capacity Barriers“, Maxtor Corporation White Paper,  
<http://www.maxtor.com/technology/whitepapers/63001.html> (August 1999)
- [11] 32 GB BIOS Limitations, Maxtor Corporation Information Bulletin,  
<http://www.maxtor.com/satisfaction/32gbissues.html> (2000)
- [12] „Arbeiten mit Datenträgern“, Microsoft Windows 2000 Hilfe-System (2000)
- [13] R.Grallert, J.Meißburger, „Sicherung von PC-Betriebssystemen mit DriveImagePro“, ZAM technische Kurzinformation ZAM-TKI-0366,  
[http://www.fz-juelich.de/zam/docs/tki/tki\\_html/t0366/t0366.html](http://www.fz-juelich.de/zam/docs/tki/tki_html/t0366/t0366.html) (2001)